



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 198 34 400 C 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 21 D 5/10**  
B 21 C 37/08

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Dreistern-Werk Maschinenbau GmbH & Co. KG,  
79650 Schopfheim, DE

⑯ Vertreter:

Patent- und Rechtsanwaltssozietät Schmitt,  
Maucher & Börjes-Pestalozza, 79102 Freiburg

⑯ Erfinder:

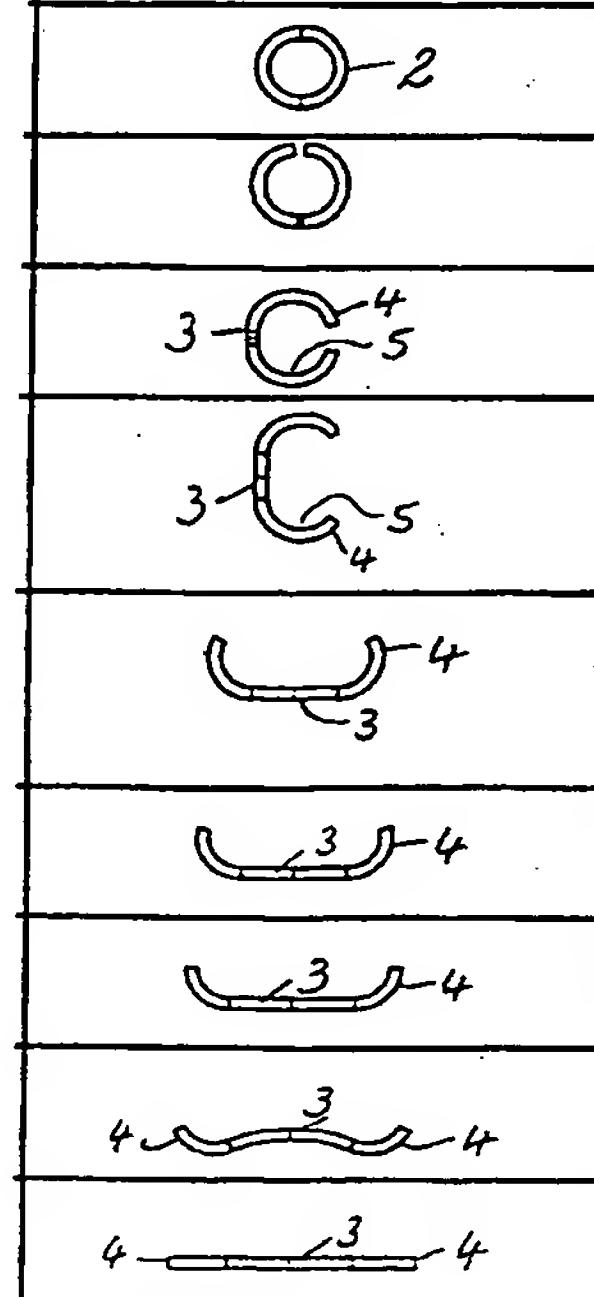
Antrag auf Nichtnennung

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 32 20 029 C2  
DE 35 29 160 A1

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines Rohres, insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial mit relativ kleinem Durchmesser

⑯ Zum Herstellen eines Rohres (2) aus einem im Querschnitt ursprünglich flachen, bandförmigen Werkstück (3) wird dieses in mehreren aufeinanderfolgenden, durch Umformrollenpaare gebildeten Umformstationen Schritt für Schritt stärker im Querschnitt gekrümmt, bis die Rohrform erreicht ist. Wenn die Ränder (4) des Werkstückes (3) so weit gekrümmt sind, daß sie jeweils einen Hinterschnitt bilden, also Formrollen nicht mehr so weit eingreifen können, daß sie die Innenseite des Querschnittes weiterhin formen können, wird das teilweise geformte Werkstück (3) in einer ersten Drehstrecke um etwa eine Vierteldrehung torziert und in dieser torzierten Lage im weiteren Vorschub derartig weiterverformt, daß der zwischen den Rändern (4) befindliche Schlitz im weiteren Vorschubverlauf verkleinert wird. Vor dem endgültigen Annähern oder Schließen und Verschweißen des Schlitzes wird das Werkstück (3) in einer zweiten Drehstrecke wieder zurückgedreht, wonach die Verschweißung der Ränder (4) erfolgt.



DE 198 34 400 C 1

DE 198 34 400 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rohres, insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial, mit relativ kleinem Durchmesser, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Herstellen eines Rohres, insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial, mit relativ kleinem Durchmesser, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Herstellung eines Rohres ist bekannt (DE 35 29 160 A1). In der Regel wird dabei das zunächst bandförmige Werkstück (metallisches Bandmaterial) kalt einer immer stärkeren Verformung der Ränder unterzogen. Die in Vorschubrichtung ersten Rollenpaare weisen dabei etwas ineinandergreifende Formen auf, die das Bandmaterial so weit verbiegen, daß die gekrümmten Ränder zum bisherigen Querschnitt des Bandes etwas mehr als rechtwinklig stehen.

Ab diesem Verformungsgrad kann keine Formrolle mehr in das auf diese Weise einen Hinterschnitt aufweisende, teilweise schon zu einem Rohr vorgeformte Werkstück eingreifen. Es ist deshalb bekannt, ab einem derartigen Verformungsgrad an den Außenseiten antriebslose Rollen vorzusehen, die die hochgebogenen Bereiche des Werkstückes im weiteren Durchlauf näher aneinanderdrücken und die Rohrkrümmung vervollständigen. Dies führt jedoch häufig zu einem Versatz der beiden Ränder zueinander, der später in einer Schweißvorrichtung ausgeglichen werden müßte, so daß die entstehenden Rohre in relativ großen Toleranzen unrund werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Rohres, insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial, mit relativ kleinem Durchmesser, der eingangs genannten Art zu schaffen, womit die zu verschweißenden Ränder mit größtmöglicher Genauigkeit schon vor der Schweißvorrichtung aufeinandertreffen, so daß Rohre präzise hergestellt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient für das eingangs definierte Verfahren der Patentanspruch 1.

Es wird also das Werkstück während seiner Verformung von einem Band zu einem Rohr zunächst nach ersten Verformungsschritten torquiert, so daß die den Hinterschnitt bildenden Ränder nicht mehr gegenüber dem ursprünglichen Verlauf hochstehen, sondern zur Seite liegen, so daß die außen an ihnen angreifende Rollen, wie die vorhergehenden Umformrollen, horizontale Achsen haben und angetrieben sein können, was der Präzision der weiteren Verformung im Vorschub erheblich zugute kommt. Somit können an der Rohraußenseite auch Riefenbildungen hervorgerufen durch die unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten nicht angetriebener Seitenrollen mit vertikalen Achsen weitestgehend vermieden werden. Darüber hinaus entsteht in dem Werkstück eine gewisse Spannung, die zu einer sehr präzisen Lage, insbesondere der Ränder, beiträgt, so daß deren Bewegung aufeinanderzu entsprechend genau beeinflußbar ist.

Ist auf diese Weise der Schlitz genügend eng, wird die vorhergehende Teil-Drehung wieder rückgängig gemacht, so daß danach der entstandene sehr präzise Schlitz zwischen den Rändern in üblicher Weise zugeschweißt werden kann. Versuche haben gezeigt, daß auf diese Weise ein Verhältnis von Rohrdurchmesser zu Wanddicke von 7 : 1 bis 80 : 1 möglich ist. Dabei sind Rohrdurchmesser von nur 3 mm bis nahezu 40 mm bei Wandstärken von etwa 0,15 mm bis 1 mm möglich. Dabei ergibt sich auch eine hohe Präzision der Außendurchmesser in einem sehr geringen Toleranzbe-

reich. Somit können in dieser Verfahrensweise Rohre mit kalter Umformung mit hoher Präzision und hoher Geschwindigkeit hergestellt werden.

Zweckmäßig ist es dabei, wenn das Werkstück in der zweiten Drehstrecke um denselben Winkel wieder zurückverdreht wird, um den es zuvor auf der ersten Drehstrecke torquiert wird. Somit hat das Werkstück am Ende praktisch wieder die Lage, die ein herkömmlich zu einem Rohr umgeformtes Werkstück auch hat, wobei lediglich während der Umformung eine Verdrehung zunächst in der einen und dann wieder in der entgegengesetzten Richtung erfolgt ist. Dies ermöglicht aber die vorteilhafte und zweckmäßige Verformung mittels angetriebener Formrollen auch in einem Bereich, in welchem der Hinterschnitt bereits so zugenommen hat, daß eine Formrolle nicht mehr in den etwa C-förmigen Querschnitt des Werkstückes zur weiteren Verformung und Krümmung eingreifen kann.

Zweckmäßig ist es also, wenn nach der ersten Drehstrecke an dem Werkstück angreifende Formrollen um horizontale Achsen angetrieben werden und das Werkstück bei seiner weiteren Verformung von diesen Formrollen in Vorschubrichtung geschoben wird. Da bisher etwa in diesem Bereich und Verformungsgrad an einem Werkstück außen angreifende Formrollen mit ihren Rotationsachsen quer zu den vorhergehenden Formrollen orientiert sein mußten, waren sie normalerweise antriebslos und konnten somit zum Vorschub nichts beitragen. Dies ergab nicht nur eine geringere Genauigkeit, sondern konnte auch zu Spuren an der Außenseite des Rohres führen, welches durch seinen Vorschub praktisch diese Rollen in Drehung versetzen mußte. Da diese Formrollen nun aber auch um horizontale Achsen angetrieben werden können, können sie mit den vorhergehenden Formrollen gemeinsam problemlos angetrieben werden, was auch den Vorschub positiv beeinflußt.

Die Formrollen hinter der zweiten Drehstrecke rotieren ebenfalls um horizontal liegende Achsen und ziehen das Werkstück in Vorschubrichtung. Somit wird es auch in diesem Bereich von den Formrollen aktiv in Vorschubrichtung bewegt, was der Qualität der Fertigung zugute kommt.

Die Antriebe der angetriebenen Formrollen können somit synchronisiert werden, wobei die Synchronisierung insbesondere mechanisch erfolgt. Dies erlaubt es, die Umfangsgeschwindigkeiten der Formrollen den Erfordernissen des Werkstückes und seines Werkstoffes bestmöglich in dem Sinne anzupassen, daß ein Rohr mit hoher Qualität entsteht.

Der Torsionswinkel im Verlauf der ersten Drehstrecke und der zweiten Drehstrecke kann zwischen 75° und 100° gewählt werden. Es ist also möglich, einen Torsionswinkel fest vorzugeben oder ihn aber sogar einstellbar zu machen, so daß er von Fall zu Fall auf unterschiedliche Verhältnisse und/oder Werkstoffe und/oder Abmessungen angepaßt werden kann.

Die zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe dienende Vorrichtung betrifft Patentanspruch 7.

Es wird also eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei welcher – von den Drehvorrichtungen abgesehen – alle Rollenpaare parallele, horizontale Drehachsen haben können, so daß sie auch synchron angetrieben werden können. Entsprechend genau ist nicht nur die Verformung, sondern auch der Vorschub des ursprünglich bandförmigen Werkstückes, so daß es entsprechend kontrolliert zu einem Rohr hoher Genauigkeit verformt werden kann, selbst wenn dieses Rohr nur eine geringe Wandstärke und möglicherweise auch nur einen geringen Durchmesser hat. Versuche haben gezeigt, daß sich die Ränder derart präzise zueinander bewegen lassen, daß eine entsprechend genaue Verschweißung ohne besondere Schweißschlitzsteuerung selbst mittels Laserschweißung möglich ist. Dabei wird ausgenutzt, daß durch die Torsion

das Werkstück und damit auch der Schlitz unter einer gewissen Spannung stehen, so daß sie eine entsprechend genaue Lage einhalten.

Die erste Drehvorrichtung und/oder die zweite Drehvorrichtung können wenigstens ein Rollenpaar aufweisen, dessen eine Rolle eine Ringnut und dessen andere Rolle einen dazu passenden Ringvorsprung aufweisen, wobei die Drehachsen dieser Rollen quer und etwa um den Drehwinkel des Werkstückes gegenüber den vorhergehenden Rollenpaaren verschwenkt angeordnet sind, wobei das Werkstück mit seinem bis zu dieser Stelle erreichten Querschnitt zwischen die Ringnut und den ringförmigen Vorsprung paßt. Der Benutzer muß somit das Werkstück, wenn dessen Stirnseite dieses Rollenpaar der Drehvorrichtung erreicht entsprechend verdreht einführen, wonach es von diesem Rollenpaar der Drehvorrichtung in der entsprechend toradierten oder wieder zurückverdrehten Lage gehalten wird, so daß der nachfolgende Teil des Werkstückes jeweils die gewünschte Torsion und/oder Rücktorsion erfährt. Die Drehvorrichtung ist also praktisch eine durch zwei Formrollen gebildete Halterung, durch welche das teilweise zu einem Rohr geformte Werkstück in einer bestimmten Lage während des weiteren Durchlaufes fixiert wird, nämlich in der ab dieser Stelle toradierten Lage. Das dazu dienende Rollenpaar stellt eine konstruktiv einfache Zusatzlösung dar und benötigt keinen eigenen Antrieb, könnte natürlich aber auch einen eigenen Antrieb aufweisen.

Zur Optimierung oder auch zur Anpassung an unterschiedliche Werkstücke und Werkstoffe kann die aus wenigstens einem das Werkstück formschlüssig erfassenden Rollenpaar bestehende Drehvorrichtung und insbesondere das Rollenpaar bezüglich der Orientierung der Drehachsen quer zur Vorschubrichtung verschwenkbar und feststellbar sein. Somit kann der jeweils bei einer Rohrfertigung vorgesehene Torsionswinkel in entsprechenden Grenzen vorgewählt und eingestellt werden.

Der Schwenkwinkel für die Drehvorrichtung kann dabei um etwa 25°, insbesondere etwa um 3° bis 10°, verstellbar sein und kann gegenüber den Drehachsen der in Vorschubrichtung vor der Drehstrecke befindlichen Drehachsen zwischen 75° und 100°, insbesondere etwa 80° bis 90°, betragen.

Weitere Ausgestaltungen der Vorrichtung insbesondere hinsichtlich der Zahl von Rollenpaaren vor oder auch hinter der oder den Drehstrecken sind Gegenstand der Ansprüche 11 bis 13. Sie geben zweckmäßige Anzahlen und Anordnungen an, um einerseits mit möglichst wenig, andererseits aber ausreichend vielen Rollenpaaren eine präzise Verformung eines ursprünglich flachen Bandes, zum Beispiel aus Stahl, zu einem Rohr insbesondere mit einer Wandstärke, z. B. von unter 1 mm zu erlauben, so daß eine präzise Verschweißung der Ränder möglich wird, die ein Rohr hoher Präzision ergibt, so daß dieses sogar geeignet sein kann, Kanülen daraus zu fertigen.

Eine noch bessere Randausbildung und Präzision im Bereich der späteren Schweißnaht läßt sich erzielen, wenn dem ersten Rollenpaar zum Biegen der Ränder des Werkstückes ein Rollenpaar zum Anwalzen der Kanten der Ränder vorgeschaltet ist (Anspruch 14). Damit lassen sich die Kanten vor dem eigentlichen Biegen mit großer Genauigkeit auf eine gleichmäßige Form bringen, die gleichzeitig bei der anschließenden Biegung des Werkstückes die unterschiedlich starke Verformung der Innen- und der Außenseite berücksichtigt, so daß ein entsprechend präziser Spalt mit optimaler Geometrie an den beiden Rändern nach dem Biegen für den sich anschließenden Schweißvorgang entsteht.

Nachstehend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt in zum

Teil stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 eine Seitenansicht und

Fig. 2 eine Draufsicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Paaren von Umformrollen und in Vorschubrichtung

5 dazwischen angeordneten Drehstrecken mit Drehvorrichtungen für ein ursprünglich bandförmiges Werkstück, welches im Vorschubverlauf zu einem Rohr geformt wird,

10 Fig. 3 die einzelnen Rollenpaare vom ersten Eintritt des Werkstückes in die Vorrichtung bis zur Fertigstellung einschließlich auch einer Kalibrierung, wobei die einzelnen Formrollen teilweise nur mit den einander zugewandten Hälften ab ihren Mittellinien dargestellt sind und dieselbe Numerierung wie in Fig. 1 und 2 aufweisen,

15 Fig. 4 jeweils den Querschnitt des Werkstückes im Fortschritt der Verformung von einem ursprünglich bandförmigen Ausgangsmaterial bis hin zu dem endgültig geformten Rohr, wobei der Arbeitsvorschritt in Fig. 4 von unten nach oben verläuft,

20 Fig. 5 in gegenüber Fig. 3 vergrößertem Maßstab und im Längsschnitt die Formgebung der Formrollenpaare in ihrem Wirkbereich auf das Werkstück, wobei der Verformungsfortschritt in zwei Spalten jeweils von oben nach unten dargestellt ist und zwar zunächst in der linken Spalte ganz von oben ausgehend von einem ebenen Band über mehrere Umformsschritte, die sich in der rechten Spalte wiederum von oben nach unten fortsetzen,

25 Fig. 6 eine erste Drehvorrichtung entgegen der Vorschubrichtung, also in Richtung des Pfeiles "A" in Fig. 7 gesehen,

30 Fig. 7 eine Seitenansicht der Drehvorrichtung gemäß Fig. 6,

Fig. 8 eine der Fig. 6 entsprechende Ansicht einer in Vorschubrichtung zweiten Drehvorrichtung mit Blickrichtung in Richtung des Pfeiles "B" in Fig. 9 sowie

35 Fig. 9 eine Seitenansicht der zweiten Drehvorrichtung gemäß Fig. 8.

40 Eine im ganzen mit 1 bezeichnete Vorrichtung dient zum Herstellen eines Rohres 2 aus metallischem Bandmaterial 3, im folgenden auch "Werkstück 3" genannt, wobei die Vorrichtung 1 aufgrund der nachstehend beschriebenen Merkmale und Einzelheiten dazu geeignet ist, Rohre mit relativ kleinem Durchmesser und relativ geringer Wandstärke herzustellen.

45 Die Vorrichtung 1 weist dazu mehrere in Vorschubrichtung des Werkstückes 3 hintereinander angeordnete Rollenpaare 01, 02, 03 und 04 sowie in Vorschubrichtung gemäß dem Pfeil Pfl in Fig. 2 mit Abstand dazu Rollenpaare 05 und 06 und mit einem weiteren Abstand Rollenpaare 07 und 08 sowie ferner 09 und schließlich Rollenpaare 10 bis 13 zum Kalibrieren auf, womit eine allmähliche Verformung mit zunehmender Krümmung der Ränder 4 des Werkstückes 3 im Vorschubverlauf aufeinander zu durchgeführt wird, wobei diese schrittweise Verformung in Fig. 4 in schematisierter Darstellung von unten nach oben angedeutet ist. Man erkennt also in Fig. 4 in der untersten Darstellung den Ausgangsquerschnitt des bandförmigen Werkstückes 3, welches gemäß den sich darüber befindlichen Querschnitten mehr und mehr verformt wird, bis gemäß der allerobersten dieser schematisierten Querschnittsdarstellungen das Rohr 2 gebildet ist.

55 Gemäß Fig. 3 und 5 sind dabei erste Rollenpaare 01 bis 04 – in der Fachsprache auch "Stich 01" bis "Stich 04" genannt – vorgesehen, die an Oberseite und Unterseite des Werkstückes 3 gleichzeitig angreifen, während in dem Bereich, in welchem die gebogenen Ränder 4 die in Fig. 4 angedeuteten Hinterschneidungen 5 bilden, Rollenpaare 05 und 06 derart ausgebildet und angeordnet sind, daß ihre Rollen an den Außenseiten der gekrümmten Ränder des Werkstückes 3 angreifen, wie es besonders deutlich in Fig. 5 in

den als "Stich 05" und als "Stich 06" bezeichneten Einzeldarstellungen erkennbar ist, wobei zusätzlich zwischen die Ränder greifende Stützrollen 05a und 06a in Fig. 5 angedeutet sind.

Dabei erkennt man vor allem in Fig. 5 in Verbindung mit Fig. 4, daß zwischen dem "Stich 04" und dem "Stich 05" das Werkstück 3 um nahezu eine Viertel Drehung torquiert wird und in Fig. 1 und 2 erkennt man zwischen den Rollenpaaren 04 und 05 auch einen entsprechenden, als erste Drehstrecke für diesen Torsionsvorgang dienenden Abstand, in welchem eine erste Dreheinrichtung 6 angeordnet ist, die in Fig. 6 und 7 noch einmal separat und hinsichtlich ihrer Formrollen innerhalb der Fig. 5 als "Stich 04/05" dargestellt ist.

Hinter dieser ersten Drehvorrichtung 6 befinden sich die bereits erwähnten Rollenpaare 05 und 06 deren Rollen an den Außenseiten der gekrümmten Ränder 4 des Werkstückes 3 angreifen. Da zwischen dem Rollenpaar 04 und dem Rollenpaar 05 diese Viertel Drehung des Werkstückes 3 erfolgt, können die Rollenpaare 05 und 06 mit ihren Drehachsen parallel zu den Drehachsen der vor der Drehstrecke befindlichen Rollenpaare 01 bis 04 angeordnet und gemäß Fig. 2 über Antriebsgetriebe 7 synchron angetrieben sein, so daß die Formrollenpaare 01 bis 04 und die Formrollenpaare 05 und 06 einen gemeinsamen Antrieb mit den Getrieben 7 und einem Motor 8 haben können, das Werkstück 3 also auch in dem Bereich einem Vorschub ausgesetzt wird, in welchem die Formrollen an den Außenseiten der gebogenen Ränder 4 angreifen und nicht mehr das Werkstück 3 selbst zwischen sich aufnehmen, wie in den Rollenpaaren 01 bis 04.

In Vorschubrichtung hinter diesen zum Vermindern des Abstandes der aufeinanderzu zu biegenden Ränder 4 dienenden Formrollen ist eine weitere oder zweite Drehstrecke mit einer Drehvorrichtung 9 erkennbar, mit welcher das Werkstück wieder zurücktorquiert oder rückverdreht wird, wonach im Ausführungsbeispiel zwei weitere Rollenpaare 07 und 08 zum endgültigen Annähern der Ränder 3 für den Schweißvorgang folgen. Bei den Werkzeugsätzen 09 handelt es sich zweckmäßigerweise um Stauchrollen, während die Rollenpaare 10 bis 13 zur endgültigen Kalibrierung des Rohres 2 dienen.

Die erste Drehvorrichtung 6 und ebenso die zweite Drehvorrichtung 9 weisen gemäß den Fig. 6 und 7 sowie 8 und 9 und auch gemäß Fig. 5 jeweils ein Rollenpaar, bestehend aus zwei Rollen 61 und 62 bzw. 91 und 92 auf, wobei die Rolle 61 gemäß Fig. 6 eine Ringnut und die andere Rolle 62 der ersten Drehvorrichtung 6 einen dazu passenden Ringvorsprung aufweisen und die Drehachsen 63 dieser Rollen 61 und 62 quer und etwa um den Drehwinkel des Werkstückes 3 gegenüber den vorhergehenden Rollenpaaren verschwenkt angeordnet sind. Dabei ist in Fig. 5 angedeutet, daß das Werkstück 3 mit seinem Querschnitt zwischen die Ringnut und den ringförmigen Vorsprung dieser Rollen 61 und 62 paßt und somit in verdrehter Position formschlüssig gehalten und festgelegt wird, obwohl gleichzeitig ein Vorschub erfolgt.

Auch die Rolle 91 hat gemäß Fig. 8 und 5 eine Ringnut, während die Rolle 92 einen in das Werkstück an dessen Schlitz eingreifenden ringförmigen Vorsprung hat, der dabei ebenfalls in einer Ringnut angeordnet ist, um den inzwischen dem endgültigen Rohr angepaßten Querschnitt des Werkstückes 3 gemäß Fig. 5, Stich 06/07 zu berücksichtigen.

In beiden Drehvorrichtungen 6 und 9 wird also das Werkstück 3 entgegen der vorhergehenden Verdrehung und Torsion formschlüssig gehalten, so daß die Verdrehung bzw. Torsion während des Vorschubes an allen Querschnittsstellen des Werkstückes nach und nach auftritt und das Werkstück dem Vorschub gemäß entsprechend verformt wird.

Dabei ist in Fig. 6 ebenso wie in Fig. 8 angedeutet, daß die aus einem das Werkstück 3 formschlüssig erfassenden Rollenpaar bestehende Drehvorrichtung 6 und 9 und insbesondere deren jeweiliges Rollenpaar bezüglich der Orientierung der Drehachsen 63 bzw. 93 quer zur Vorschubrichtung gemäß dem Pfeil Pf1 verschwenkbar und feststellbar ist, wobei für die erste Drehvorrichtung gemäß Fig. 6 im Ausführungsbeispiel ein Schwenkwinkel von  $8^\circ$  und für die zweite Drehvorrichtung 9 gemäß Fig. 8 ein Schwenkwinkel von  $4^\circ$  angedeutet sind. Somit kann die Torsion des Werkstückes 3 im Verlauf der Drehstrecke zwischen den Rollenpaaren oder Stichen 04 und 05 auch von Fall zu Fall korrigiert oder verstellt und an das Werkstück, dessen Abmessungen und dessen Werkstoff angepaßt werden.

Der Schwenkwinkel für das Werkstück 3 innerhalb der Drehvorrichtung 6 und ebenso wiederum in der Drehvorrichtung 9 kann aber auch über eine größere Winkeldifferenz veränderbar oder – bei immer gleichbleibendem Drehwinkel – verschieden sein. Denkbar sind Drehwinkel von etwa  $75^\circ$  bis  $100^\circ$  und insbesondere etwa  $80^\circ$  bis  $90^\circ$  oder – wie in den Ausführungsbeispielen – Abweichungen von  $90^\circ$ , die kleiner als  $10^\circ$  sind.

Die Fig. 1 und 2 zeigen, daß ein erster Satz von Rollenpaaren vom "Stich 01" bis zum "Stich 04" für das erste Verformen der Ränder 4 und ihr Krümmen gegenüber der Ausgangslage des als Blechband ausgebildeten Werkstückes 3 bis zu der Drehstrecke mit der ersten Drehvorrichtung 6 vier Rollenpaare umfaßt. Es hat sich gezeigt, daß dies eine günstige Zahl von Umformrollen ist, um das Blechband so weit vorzubereiten und hinsichtlich des Querschnittes zu verformen, daß es anschließend für die weitere Verformung außenseitig der Krümmungen der Ränder zu erfassen ist, wovor es aber um etwa eine Viertel Drehung torquiert wird.

Hinter der ersten Drehvorrichtung 6 sind im Ausführungsbeispiel zwei Rollenpaare 05 und 06 zum Annähern der im Querschnitt gekrümmten Ränder 4 aufeinanderzu und dahinter die zweite Drehvorrichtung 9 angeordnet. Die Rollenpaare 07 und 08 hinter der zweiten Drehvorrichtung 9 weisen ebenfalls um horizontale Achsen rotierende Rollen auf. Es schließen sich dann aber noch Stauchrollen 09 an, die auch um vertikale Achsen rotieren können. Im weiteren Vorschubverlauf schließt sich dann ein Kalibrierteil mit den Rollenpaaren 10 bis 13 und schließlich die Schweißvorrichtung 14 an.

In Fig. 1 und 2 erkennt man außerdem, daß ein erstes Rollenpaar 100 vor den sich anschließenden Rollenpaaren 01 bis 04 etwas anders ausgebildet ist. Es handelt sich dabei um das Rollenpaar, welches in Fig. 5, linke Spalte an oberster Stelle mit "vor Stich 01" bezeichnet ist und auch in Fig. 3 schematisiert angedeutet wird. Dem ersten Rollenpaar 01 zum Biegen der Ränder 4 des Werkstückes 3 ist dieses Rollenpaar vorgeschaltet und dient zum Anwalzen der Kanten der Ränder 4, so daß diese nach der Biegung des Querschnittes zu einem Kreis trotz der unterschiedlichen Krümmungsradien der Innenseite und der Außenseite des Werkstückes einen schmalen, praktisch über die gesamte Materialdicke etwa gleichbleibenden Spalt miteinander bilden, was das Verschweißen erleichtert.

Mit der vorbeschriebenen Vorrichtung 1 kann ein Rohr 2 aus einem zunächst als flaches Bandmaterial vorliegenden Werkstück 3 in mehreren in Förderrichtung hintereinanderliegenden Umformstationen und Rollenpaaren hergestellt werden, indem die Ränder 4 des Werkstückes 3 in Vorschubrichtung mehr und mehr umgebogen und aufeinanderzu gekrümmmt werden. Dies geschieht zunächst in den Rollenpaaren 01 bis 04.

Wenn die Ränder 4 so weit gekrümmmt sind, daß sie einen Hinterschnitt 5 bilden, wird das teilweise bereits gekrümmte

und geformte Werkstück 3 in einer ersten Drehstrecke etwa um eine Viertel Drehung tordiert und danach weiter zu dem Rohr 2 verformt, wobei der zwischen den Rändern 4 befindliche Schlitz im weiteren Verlauf des Vorschubes gemäß Fig. 4 und 5 verkleinert wird, wobei zunächst in den Schlitz noch entsprechende ringförmige Führungsvorsprünge eingreifen können. Vor dem endgültigen Schließen und Verschweißen des von den Rändern 4 begrenzten Schlitzes wird das Werkstück 3 in einer zweiten Drehstrecke – mittels der zweiten Drehvorrichtung 9 – wieder zurückverdreht, wonach dann die Ränder 4 endgültig miteinander verschweißt werden. Dabei kann zuvor gegebenenfalls auch noch eine Kalibrierung stattfinden.

Das Werkstück 3 kann in der zweiten Drehstrecke mittels der zweiten Drehvorrichtung 9 etwa um denselben Winkel wieder zurückverdreht werden, um den es zuvor auf der ersten Drehstrecke mittels der ersten Drehvorrichtung 6 tordiert wird. Zum Verformen der Ränder 4 aufeinander zu bis auf geringe Schlitzweite ist also das Werkstück während seines Vorschubes gegenüber seiner normalen Orientierung verdreht, was aufgrund der Länge der Drehstrecken und der Elastizität des Werkstoffes des Werkstückes 3 möglich ist.

In vorteilhafter Weise können dabei nach der ersten Drehstrecke an dem Werkstück 3 angreifende Formrollen 05 und 06 um horizontale Achsen rotieren und angetrieben werden, so daß das Werkstück 3 bei seiner weiteren Verformung von diesen Formrollen 05 und 06 in Vorschubrichtung geschoben wird.

Die Formrollen 07 und 08 hinter der zweiten Drehstrecke rotieren ebenfalls um horizontal liegende Achsen, sind angetrieben und ziehen das Werkstück 3 in Vorschubrichtung, so daß praktisch alle Formrollen der Vorrichtung 1 auch für den Vorschub und Weitertransport des Werkstückes sorgen. Die Antriebe der angetriebenen Formrollen vor und nach den Drehstrecken sind dabei synchronisiert angetrieben, wie es in Fig. 2 schematisiert durch die Getriebe 7 und den Motor 8 sowie die Abtriebe 7a und eine Verbindungsrolle 7b zwischen den beiden Getrieben 7 angedeutet ist. Lediglich der Kalibrierteil mit den Kalibrierrollen 10 bis 13 hat wiederum einen eigenen Motor 81 und ein zugehöriges Getriebe 71.

Je nach Werkstück und Abmessung kann der Torsionswinkel im Verlauf der ersten Drehstrecke und demgemäß auch in der zweiten Drehstrecke gewählt und eingestellt werden. Im Ausführungsbeispiel ist in Fig. 6 eine Variation dieses Winkels um 8°, in Fig. 8 eine derartige um 4°, angegeben.

Zum Herstellen eines Rohres 2 aus einem im Querschnitt ursprünglich flachen, bandförmigen Werkstück 3 wird dieses in mehreren aufeinanderfolgenden, durch Umformrollenpaare gebildeten Umformstationen Schritt für Schritt stärker im Querschnitt gekrümmt, bis die Rohrform erreicht ist. Wenn die Ränder 4 des Werkstückes 3 so weit gekrümmt sind, daß sie jeweils einen Hinterschnitt bilden, also Formrollen nicht mehr so weit eingreifen können, daß sie die Innenseite des Querschnittes weiterhin formen können, wird das teilweise geformte Werkstück 3 in einer ersten Drehstrecke um etwa eine Viertel Drehung tordiert und in dieser tordierten Lage im weiteren Vorschub derartig weiterverformt, daß der zwischen den Rändern 4 befindliche Schlitz im weiteren Vorschubverlauf verkleinert wird. Vor dem endgültigen Annähern oder Schließen und Verschweißen des Schlitzes wird das Werkstück 3 in einer zweiten Drehstrecke wieder zurückverdreht, wonach die Verschweißung der Ränder 4 erfolgt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Rohres (2), insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial, mit relativ kleinem Durchmesser, wobei das zunächst flache Bandmaterial in mehreren in Förderrichtung hintereinanderliegenden Umformstationen zu dem Rohr kalt umgeformt wird, indem die Ränder (4) des Bandmaterials mehr und mehr umgebogen und aufeinander zu gekrümmmt werden, wobei der zwischen den Rändern befindliche Schlitz im weiteren Verlauf des Vorschubes und der Verformung verkleinert und schließlich endgültig geschlossen und verschweißt wird, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Ränder (4) so weit gekrümmmt sind, daß sie einen Hinterschnitt (5) bilden, das teilweise geformte Werkstück (3) in einer ersten Drehstrecke um etwa eine Viertel-Umdrehung tordiert und danach weiter verformt wird und daß vor dem endgültigen Schließen und Verschweißen des Schlitzes das Werkstück (3) in einer zweiten Drehstrecke wieder zurückverdreht und dann die zueinander bewegten Ränder (4) verschweißt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (3) in einer zweiten Drehstrecke etwa um denselben Winkel wieder zurückverdreht wird, um den es zuvor auf der ersten Drehstrecke tordiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach der ersten Drehstrecke an dem Werkstück (3) angreifende Formrollen (05, 06) um horizontale Achsen angetrieben werden und das Werkstück (3) bei seiner weiteren Verformung von dieser Formrolle (05, 06) in Vorschubrichtung geschoben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Formrollen (07, 08) hinter der zweiten Drehstrecke ebenfalls um horizontal liegende Achsen rotieren und das Werkstück (3) in Vorschubrichtung ziehen.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebe der angetriebenen Formrollen vor, zwischen und nach den Drehstrecken synchronisiert angetrieben werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionswinkel im Verlauf der ersten Drehstrecke und/oder der zweiten Drehstrecke zwischen 75° und 100° eingestellt wird.

7. Vorrichtung (1) zum Herstellen eines Rohres (2), insbesondere für ein Rohr mit geringer Wandstärke, aus metallischem Bandmaterial (3), mit relativ kleinem Durchmesser, mit mehreren in Vorschubrichtung des Werkstückes (3) hintereinander angeordneten Rollenpaaren (01, 02, 03, 04) zur allmählichen und dann zunehmenden Kaltverformung und Krümmung der Ränder (4) des Werkstückes (3) im Vorschubverlauf aufeinander zu, wobei erste Rollenpaare (01 bis 04) an Oberseite und Unterseite des Werkstückes (3) angreifen und in dem Bereich, in welchem die gebogenen Ränder (4) Hinterschneidungen (5) bilden, Rollenpaare vorgesehen sind, die an den Außenseiten der gekrümmten Ränder angreifen, und mit einer Schweißvorrichtung (14), dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den an beiden Seiten des Werkstückes angreifenden Rollenpaaren und den an den Außenseiten der Krümmungen angreifenden Rollenpaaren eine Drehstrecke und eine erste Drehvorrichtung (6) zum Tordieren des Werkstückes um etwa eine Viertel Drehung und dahinter die an den

Außenseiten der gekrümmten Ränder (4) angreifenden Rollenpaare mit Drehachsen angeordnet sind, die parallel zu den Drehachsen der vor der Drehstrecke und Drehvorrichtung befindlichen Rollen sind, daß diese hinter der Drehstrecke angeordneten Formrollen mit dem Antrieb verbunden sind und daß in Vorschubrichtung hinter diesen zum Vermindern des Abstandes der aufeinanderzu zu biegenden Ränder (4) dienenden Formrollen eine weitere Drehstrecke und eine zweite Drehvorrichtung (9) zum Zurückordnen und Rückverdrehen des Werkstückes (3) und dahinter wenigstens ein Rollenpaar zum Annähern der Ränder des Werkstückes (3) für den Schweißvorgang angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Drehvorrichtung (6) und/oder die zweite Drehvorrichtung (9) wenigstens ein Rollenpaar aufweisen, dessen eine Rolle (61) eine Ringnut und dessen andere Rolle (62) einen dazu passenden Ringvorsprung aufweisen, wobei die Drehachsen (63) dieser Rollen (61, 62) quer und etwa um den Drehwinkel des Werkstückes (3) gegenüber den vorhergehenden Rollenpaaren verschwenkt angeordnet sind, und daß das Werkstück (3) mit seinem Querschnitt zwischen die Ringnut und den ringförmigen Vorsprung paßt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die aus wenigstens einem das Werkstück (3) formschlüssig erfassenden Rollenpaar bestehende Drehvorrichtung (6; 9) und insbesondere das Rollenpaar bezüglich der Orientierung der Drehachsen quer zur Vorschubrichtung (Pfl) verschwenkbar und feststellbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkwinkel für die Drehvorrichtung (6; 9) um etwa 25° oder etwa um 3° bis 10°, verstellbar ist und gegenüber den Drehachsen der in Vorschubrichtung vor der Drehstrecke befindlichen Drehachsen zwischen 75° und 100° oder etwa 80° bis 90° beträgt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Satz von Rollenpaaren für das erste Krümmen und Verformen der Ränder gegenüber der Ausgangslage des als Blechband ausgebildeten Werkstückes (3) bis zu der Drehstrecke drei bis sechs, bevorzugt vier oder fünf Rollenpaare umfaßt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der ersten Drehvorrichtung (6) wenigstens zwei Rollenpaare (05, 06) zum Annähern der gekrümmten Ränder (4) aufeinanderzu und dahinter die zweite Drehvorrichtung (9) angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenpaare hinter der zweiten Drehvorrichtung (9) teils um horizontale, teils um vertikale Achsen rotierende Rollen aufweisen und dahinter die Schweißvorrichtung (14) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten zum Biegen der Ränder (4) des Werkstückes (3) dienenden Rollenpaar ein Rollenpaar zum Anwalzen der Kanten der Ränder (4) vorgeschaltet ist.

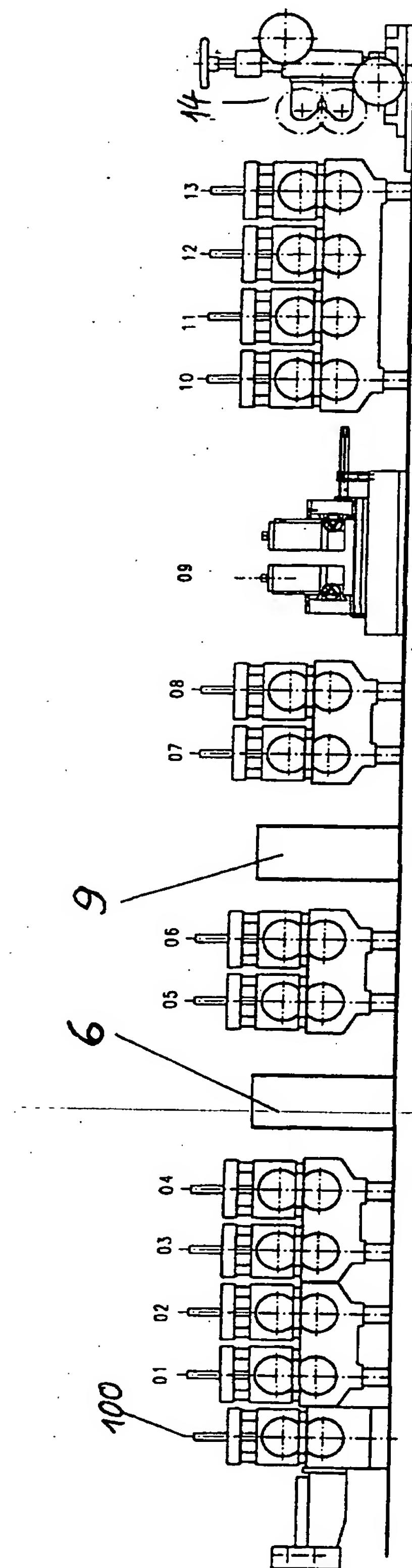


Fig. 1

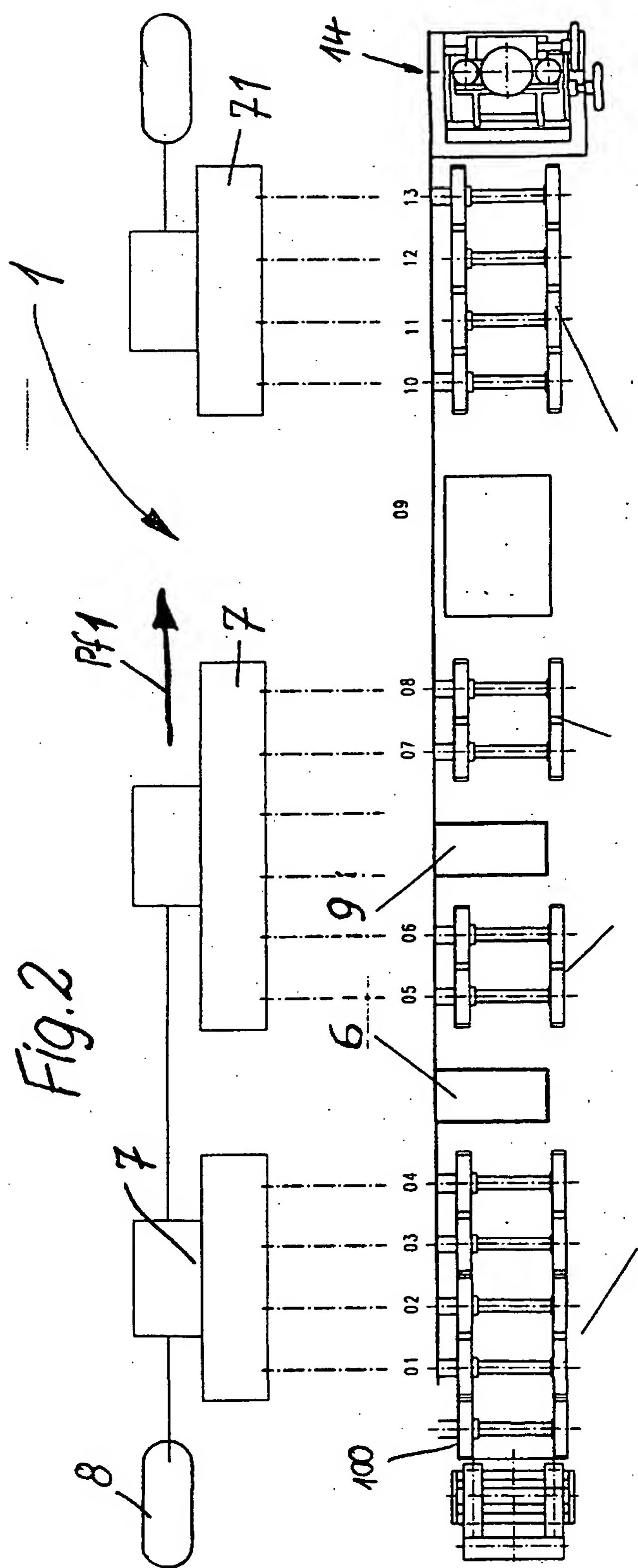


Fig. 2

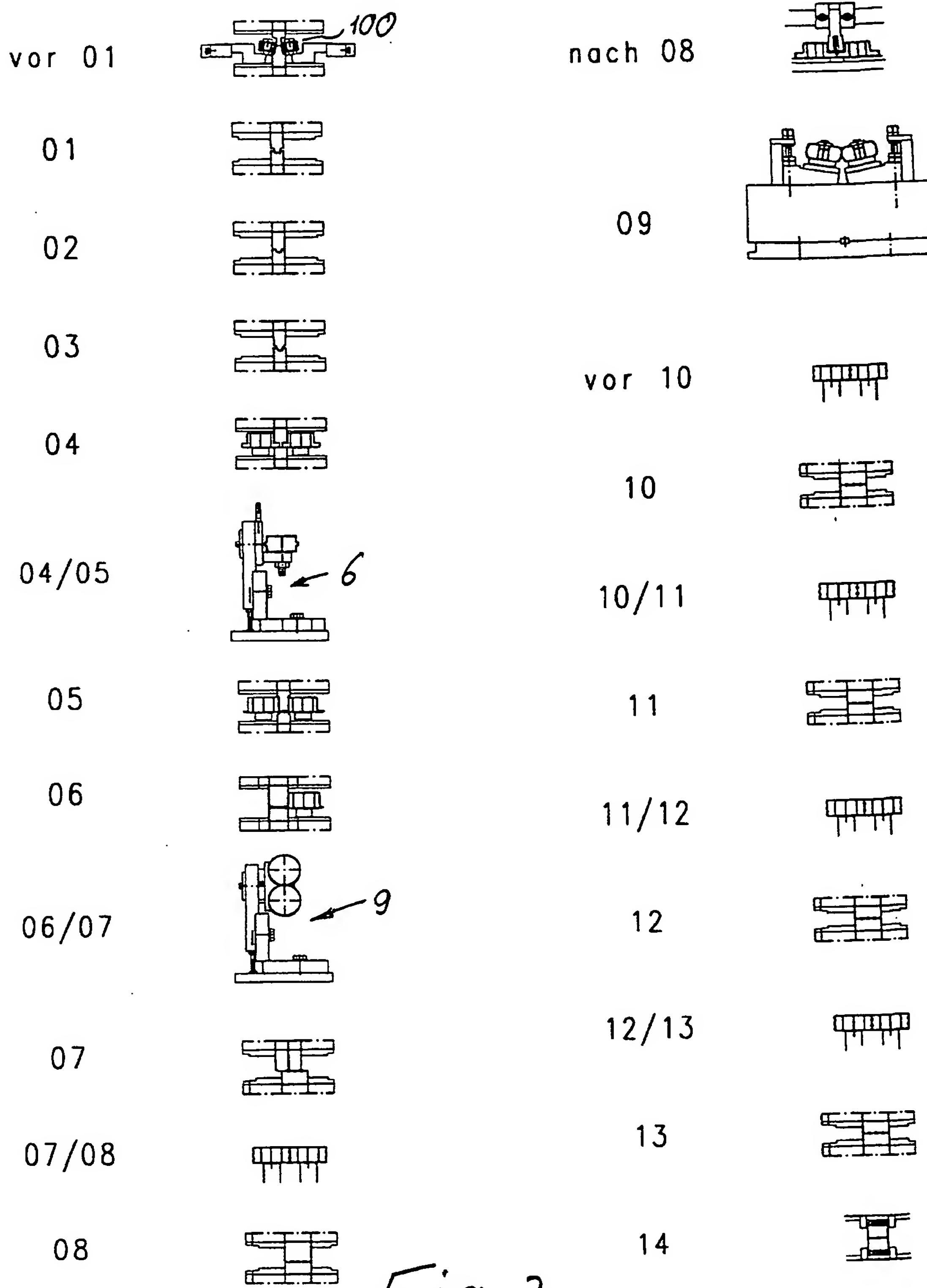


Fig. 3

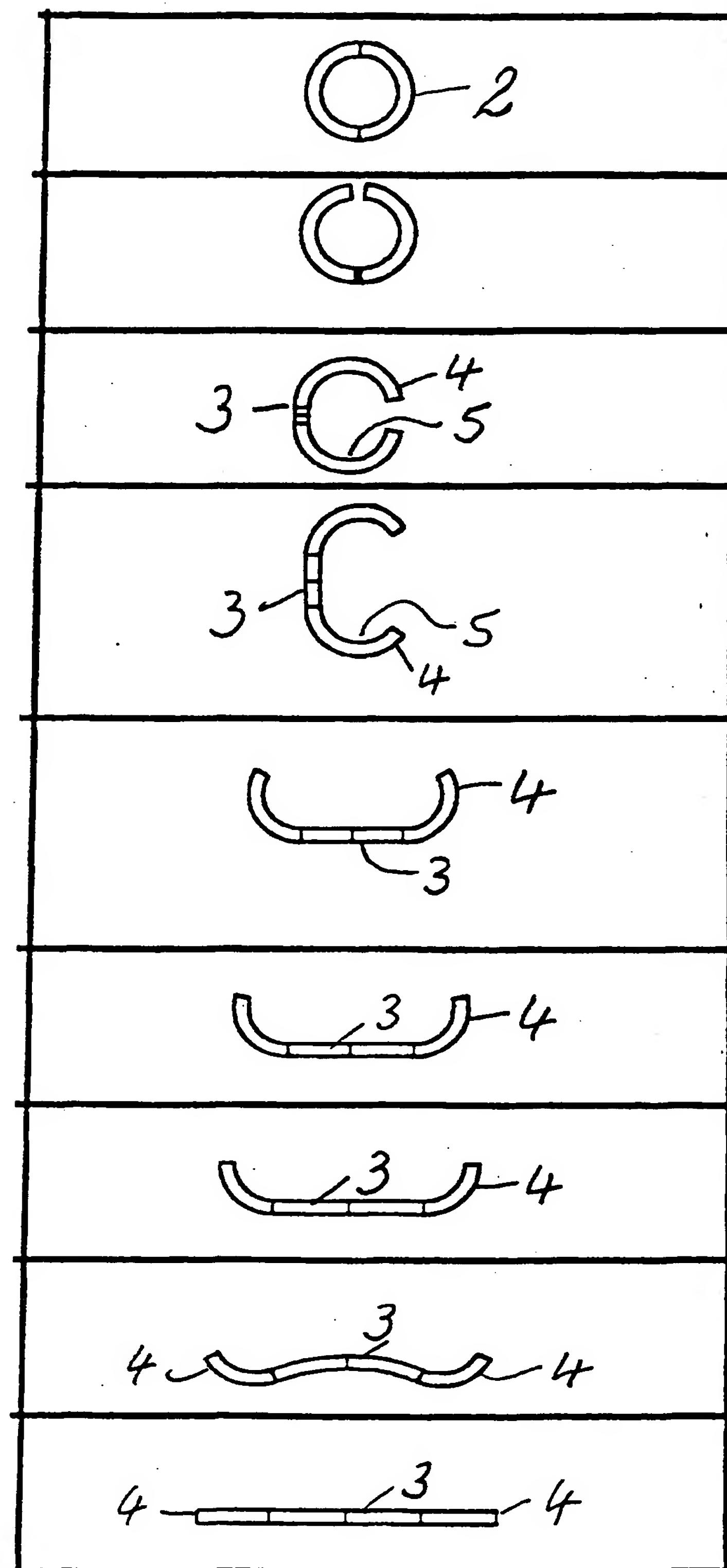


Fig. 4

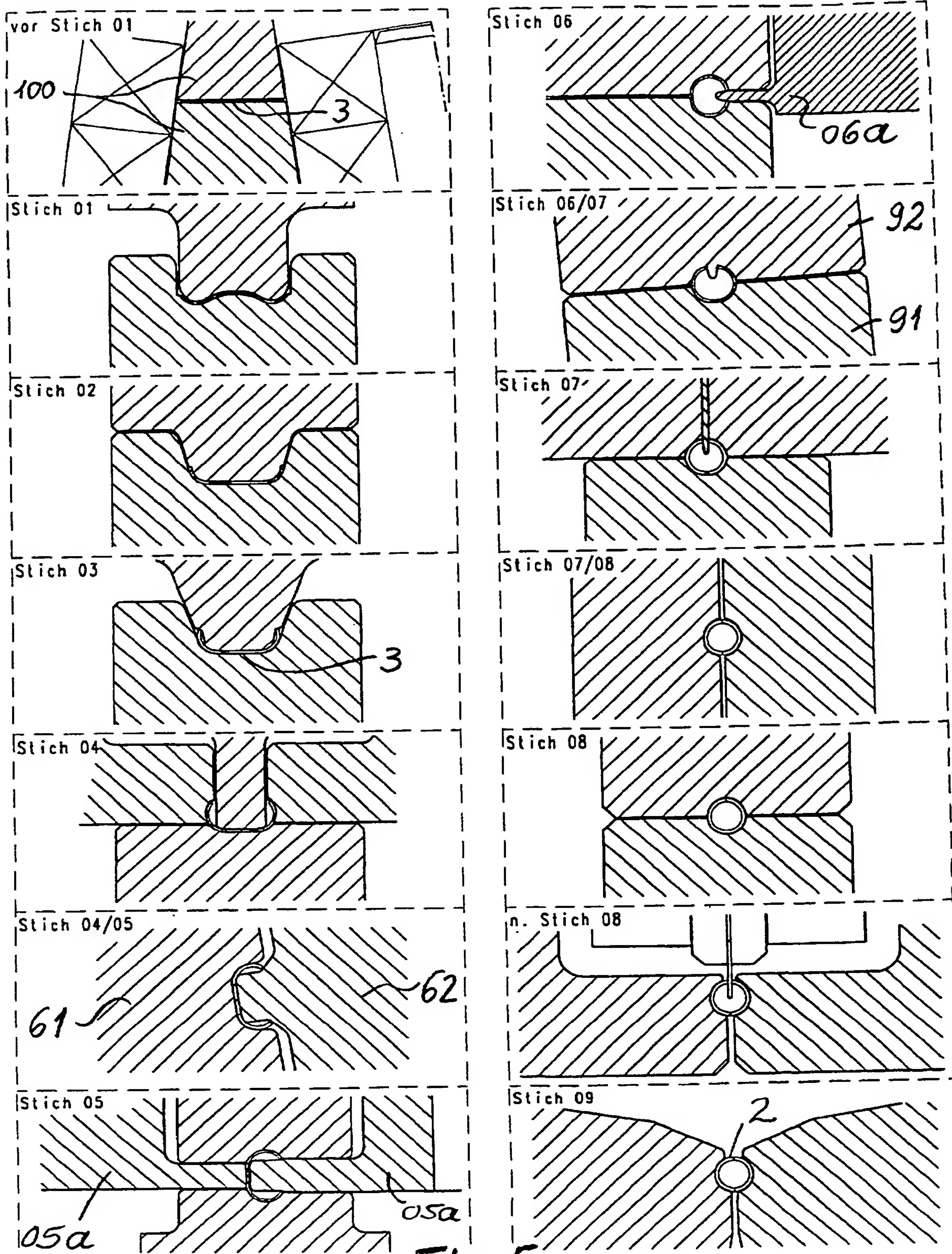


Fig. 5

